

© EPODOC / EPO

PN -JP8227677 A 19960903  
 PD -1996-09-03  
 PR -JP19950032239 19950221  
 OPD - 1995-02-21  
 TI -FILAMENT CURRENT CONTROL METHOD FOR ION SOURCE  
 IN -NAKAMURA MITSUNORI  
 PA -NISSIN ELECTRIC CO LTD  
 IC -H01J37/08 ; H01J27/26

© WPI / DERWENT

TI -Filament current control method in ion implantation device - involves measuring resistance of filament according to voltage drop across filament  
 PR -JP19950032239 19950221  
 PN -JP8227677 A 19960903 DW199645 H01J37/08 008pp  
 PA -(NDEN ) NISSHIN ELECTRICAL CO LTD  
 IC -H01J27/26 ;H01J37/08  
 AB -J08227677 The method involves controlling a current generated in an ion source (11). The ion source performs ionization of a thermionic sample by heating filament (24). A small amount of current (I1) is supplied to the filament at the time of energizing the filament. Based on the voltage drop across the filament, resistance of the filament is measured.  
 -When the resistance is below a predefined value, the filament current is increased by a value ( $\Delta I_2$ ) close to a discharging current (I2). When the resistance is above the predefined value, the increase in current is lesser than the increment close to the discharging current.  
 -USE/ADVANTAGE - For semiconductor mfg process. Restrains disconnection. Enables automatic control of current. Improves throughput. Achieves durability.  
 -(Dwg.1/5)  
 OPD - 1995-02-21  
 AN -1996-452572 [45]

© PAJ / JPO

PN -JP8227677 A 19960903  
 PD -1996-09-03  
 AP -JP19950032239 19950221  
 IN -NAKAMURA MITSUNORI  
 PA -NISSIN ELECTRIC CO LTD  
 TI -FILAMENT CURRENT CONTROL METHOD FOR ION SOURCE



AB -PURPOSE: To extend the service **life** of a filament and improve the throughput thereof by measuring a filament **resistance** value at the start of supplying power to the filament, and changing a filament current increment pattern, so as to correspond to the measurement values.

-CONSTITUTION: At the start of supplying power to a filament, the amount of current is first increased gradually by a relatively small increment of  $\Delta i_1$  per preset unit **time**  $\Delta t$ . Then, when the preset current value  $i_1$  is detected, the increment is stopped and voltage across terminals is measured. Thereafter, a **resistance** value across terminals is obtained and when the value is found to be smaller than the preset value, the current is increased by an increment of  $\Delta i_{2a}$ . Also, the current is increased by an increment of  $\Delta i_{2b}$ , when the value is equal to or larger than the preset value. Furthermore, the current, when the value thereof becomes  $I$  nearly equal to discharge start current  $I_3$ , is increased by an increment of  $\Delta i_3$ , until the value becomes equal to the discharge start current  $I_3$ . In other words, when the wear of the filament is small, filament current is quickly raised for improving the throughput thereof, and when the wear is substantial, the current is gradually raised to prolong the service **life** of the filament.

I -H01J37/08 ;H01J27/26



(11)特許出願公開番号

特開平8-227677

(43)公開日 平成8年(1996)9月3日

### 技術表示箇所

H O 1 J 37/08  
27/26

審査請求 未請求 請求項の数1 OL (全 8 頁)

(71)出願人 000003942

日新電機株式会社

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地

(72)発明者 中村 光則

京都府京都市右京区梅津高畝町47番地 日  
新電機株式会社内

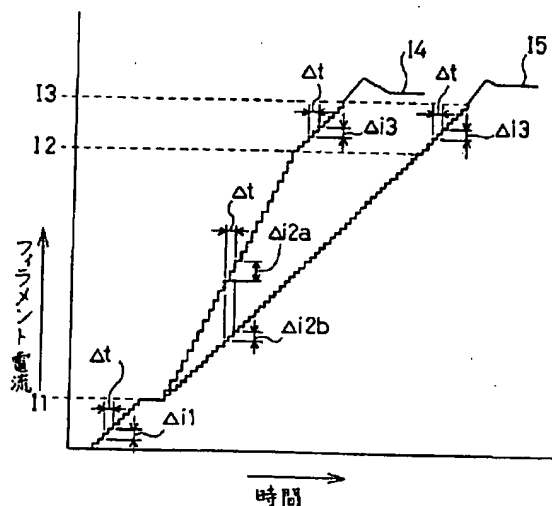
(74)代理人 弁理士 原 謙三

(54) 【発明の名称】 イオン源のフィラメント電流の制御方法

(57) 【要約】

【構成】 半導体の製造工程において、不純物注入などに用いられ、フィラメントからの熱電子によって注入すべき試料のイオン化を行うフリーマン型やバーナス型のイオン源において、フィラメント電流の立上時に、微小な電流  $I_1$  を流してその時点での端子間電圧から抵抗値を測定し、その測定結果に対応して前記抵抗値が小さい、すなわちフィラメントの消耗が少ないときには大きい増分  $\Delta I_1$  で放電電流  $I_2$  付近までフィラメント電流を立上げ、これに対して前記抵抗値が大きい、すなわちフィラメントの消耗が大きいときには小さい増分  $\Delta I_2$  で立上げ、断線の発生を抑える。

【効果】 フィラメントの消耗が少ないときには速やかにフィラメント電流を立上げてスループットを向上し、また前記消耗が大きいときには緩やかに立上げて断線の発生を抑え、すなわち長寿命化を図ることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】フィラメントを加熱してチャンバとの間に熱電子の放電を発生させ、所望とする粒子を前記放電によってイオン化するようにしたイオン源のフィラメント電流の制御方法において、

前記フィラメントへの通電開始時に、予め定める微少電流を供給して、該フィラメントによる電圧降下から該フィラメントの抵抗値を測定し、

前記抵抗値が予め定める値未満であるときには、放電開始電流付近まで予め定める比較的大きな第1の増分でフィラメント電流を増加してゆき、

前記抵抗値が前記予め定める値以上であるときには、放電開始電流付近まで前記第1の増分よりも充分小さい第2の増分でフィラメント電流を増加してゆくことを特徴とするイオン源のフィラメント電流の制御方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体の製造工程で用いられるイオン注入装置などで好適に実施されるイオン源のフィラメント電流を制御するための方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】前記イオン注入装置は、イオン化したボロンなどの試料をシリコンウェーハなどに注入して所望とする電気的特性を得るためのものである。そのイオン注入装置において、各種のイオン源のうち、金属のイオン化に適したフリーマン型やバーナス型と称されるイオン源が従来から用いられている。

【0003】これらのイオン源は、プラズマ生成用チャンバにフィラメントを設け、金属気体を前記フィラメントとチャンバとの間で発生させた熱電子の放電によってイオン化し、前記チャンバの前方に形成した引出口付近に電界を印加することによって金属イオンを引出すようにしたものである。

【0004】したがって、たとえばタンタル等から成る前記フィラメントは、運転時間に対応して消耗、すなわち細くなってゆく。また、たとえば金属気体の交換やその交換に伴う該フィラメントのクリーニングなどのために、前記放電の停止から再び通電電流を立上げ再放電を行わせると、急速に前記消耗が進行する。

【0005】典型的な従来技術のフィラメント電流の制御方法では、通電開始から放電が開始するまでを複数の段階に区分し、放電の開始が予想される所定の電流値まではフィラメント電流を比較的大きい増分で急激に増加してゆき、前記所定の電流値からは前記増分を小さくして放電が発生するまでフィラメント電流を増加してゆき、こうして自動制御を行うように構成されている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】上述の従来技術では、フィラメント電流は該フィラメントの消耗度に拘わりなく、予め定める増分で増加してゆくように構成されてい

る。したがって、フィラメントが消耗していると、通電電流の急激な増加によって該フィラメントが断線してしまう虞がある。これに対して、通電開始時から微少な増分で通電電流を増加してゆくようにすると、フィラメントが比較的新しく消耗が少ないときには、フィラメントの断線する虞は少ないにも拘わらず、通電電流が前記所定の電流値に到達するまで長時間を要し、このようなイオン注入工程での単位時間当りの処理数、すなわちいわゆるスループットが低下してしまうという問題がある。

【0007】本発明の目的は、フィラメントの長寿命化を図ることができるとともに、スループットを向上することができるイオン源のフィラメント電流の制御方法を提供することである。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明に係るイオン源のフィラメント電流の制御方法は、フィラメントを加熱してチャンバとの間に熱電子の放電を発生させ、所望とする粒子を前記放電によってイオン化するようにしたイオン源のフィラメント電流の制御方法において、前記フィラメントへの通電開始時に、予め定める微少電流を供給して、該フィラメントによる電圧降下から該フィラメントの抵抗値を測定し、前記抵抗値が予め定める値未満であるときには、放電開始電流付近まで予め定める比較的大きな第1の増分でフィラメント電流を増加してゆき、前記抵抗値が前記予め定める値以上であるときには、放電開始電流付近まで前記第1の増分よりも充分小さい第2の増分でフィラメント電流を増加してゆくことを特徴とする。

## 【0009】

【作用】本発明に従えば、半導体の製造工程に用いられるイオン注入装置などで実施され、フィラメントとチャンバとの間で熱電子の放電を発生させ、その放電によって、蒸気発生炉などで蒸気化されている所望とする金属などの粒子をイオン化するようにした、フリーマン型やバーナス型のイオン源において、前記フィラメント電流を制御するにあたって、フィラメントへの通電開始時にフィラメントの抵抗値を測定し、その測定値に対応してフィラメント電流の増加パターンを変化する。

【0010】すなわち、前記通電開始時に予め定める微少電流を供給してフィラメントによる電圧降下からフィラメントの抵抗値を測定し、その抵抗値が予め定める値未満であるとき、すなわちフィラメントの消耗が少なく、比較的大きな電流に耐え得るときには、放電開始電流付近まで予め定める比較的大きな第1の増分でフィラメント電流を増加してゆく。これに対して、前記抵抗値が前記予め定める値以上であるフィラメントの消耗が大きいときには、前記第1の増分よりも充分小さい第2の増分で前記放電開始電流付近までフィラメント電流を増加してゆく。

【0011】したがって、フィラメント電流を自動的に

立上げるにあたって、フィラメントの消耗が少ないときには、大きなフィラメント電流で速やかに放電を開始させ、スルーブットを向上することができる。またフィラメントの消耗が大きいときには、フィラメントを微小電流で立上げ、断線を防止してフィラメントの長寿命化を図ることができる。

【0012】

【実施例】本発明の一実施例について、図1～図5に基づいて説明すれば以下のとおりである。

【0013】図1は本発明の一実施例のイオン源のフィラメント電流の制御方法を説明するためのフィラメント電流の変化パターンを示すグラフであり、図2はイオン源1の構造を説明するための断面図であり、図3は前記イオン源1を用いるイオン注入装置2の全体の構成を簡略化して示す平面図である。

【0014】イオン注入装置2は、イオン源1から引出されたイオンから所望とするイオンを質量分離器3で抽出し、その抽出したイオンを加速管4で所望とする速度にまで加速した後、ビーム電流を検出するファラデー部5を介して、ターゲットチャンバ6内に配置されたターゲットウェーハに注入する装置である。エアロック室7を介して搬入された1または複数のターゲットウェーハは、ロボットアーム9によってストック部8に保管され、またはロボットアーム9によって前記ターゲットチャンバ6内の所定の注入位置に装填される。

【0015】前記イオン源1、質量分離器3、加速管4およびターゲットチャンバ6などの内部は、真空ポンプ10によって真空引きされている。前記イオン源1、質量分離器3および加速管4などへは、制御電源11からの電力が分電盤12を介して供給されている。前記制御電源11は、制御盤13への入力操作に対応した電圧および電流を前記イオン源1、質量分離器3および加速管4などへ印加し、こうして所望とする、たとえばボロンなどのイオンのみを、所望とするビーム電流で前記ターゲットウェーハに所望とする深さまで注入することが可能となる。

【0016】図2を参照して、前記イオン源1は、大略的に、プラズマ生成用のチャンバ21の後方に蒸気発生炉22が配置され、また前記チャンバ21の前方に図示しないイオン引出用の電極が配置されて構成されている。円筒形に形成される前記チャンバ21の前面21aにはイオンビーム引出用のスリット23が形成されており、このスリット23に近接して、かつこのスリット23と平行に延びてフィラメント24が配置されている。

【0017】前記フィラメント24は、その両端が絶縁体25を介して電気的および熱的に絶縁されてチャンバ21に支持されている。また、前記フィラメント24の両端には、直流電源26からフィラメント電流が供給される。前記チャンバ21の内周面には、前記直流電源26よりもさらに直流電源27によってアーク発生のため

に高電位に保持され、フィラメント24から放出された熱電子を捕捉するためのアノード電極28が設けられる。

【0018】前記蒸気発生炉22は、イオン化すべき試料31を収納する筒体32の外周面にヒータ33が巻回されて構成されており、筒体32内で発生した試料31のガスは、前記チャンバ21の後面に形成された開口34からチャンバ21内に供給される。この蒸気発生炉22およびチャンバ21の外表面は、遮蔽部材35によって熱的に遮蔽されるとともに、図示しない金属製の遮蔽部材によってコロナシールドが施されている。

【0019】上述のように構成されたイオン源1は、フィラメント24へ通電して該フィラメント24を加熱するとともに該フィラメント24とアノード電極28との間に電圧を印加することによって熱電子の放電を行わせ、その放電によって試料31の蒸気をイオン化し、かつスリット23に臨んで該フィラメント24と平行に印加される外部電界によって前記イオンをスリット23から供給する。

【0020】図4は、図3で示すイオン注入装置2の電気的構成を示すブロック図である。ホストコンピュータ41に対して、マンマシンインタフェース42を介して、陰極線管およびタッチパネルなどで実現される入出力装置43およびフロッピーディスクやハードディスク装置などで実現される記憶装置44が接続されている。また前記ホストコンピュータ41には、前記マンマシンインタフェース42を介して、ホストコンピュータ41からの制御出力およびセンサ出力などの該ホストコンピュータ41への入力などを伝送するためのメインネットワーク45が接続されている。

【0021】前記メインネットワーク45は、前記エアロック室7やストック部8などを備えて構成されるエンドステーションを制御するためのエンドステーション制御装置46、真空ポンプ10などを制御する真空制御装置47、前記イオン源1からのイオンの引出電圧を発生する引出電源等を制御する電源制御装置48および後述するようなフィラメント電源やアーク電源等を自動的に制御するためのフルオート制御装置49などが縦続接続されて構成されている。

【0022】前記電源制御装置48には、サブネットワーク51が接続されている。このサブネットワーク51には、たとえば前記イオン源1からのイオンビームの引出量および引出速度などを制御するための引出電源52などが接続されている。

【0023】また前記フルオート制御装置49には、サブネットワーク55が接続されている。このサブネットワーク55には、後述するフィラメント電圧および電流などを制御するフィラメント電源57およびフィラメント24からの放電電流および放電電圧を制御するためのアーク電源58などが縦続接続されるとともに、前記フ

フィラメント電源57に関連して、フィラメント電流検出装置59およびフィラメント電圧検出装置60が接続されている。

【0024】前記アーク電源58は、前記直流電源27に対応し、フィラメント24から放電が開始された後の放電電流および放電電圧を自動的に制御し、イオン源1でのイオンの発生量を所望とする値に保持する。またフィラメント電源57は、前記直流電源26に対応し、以下に示すようにして、フィラメント電流検出装置59およびフィラメント電圧検出装置60の検出結果に対応して、自動的にフィラメント電流を立上げてゆく。

【0025】なお、前記マンマシンインタフェイス42とメインネットワーク45と、および各制御装置48、49とサブネットワーク51、55とは、高電圧による相互の影響を回避するために、光通信によって接続されている。

【0026】上述のように構成されたイオン注入装置2におけるイオン源1において、本発明では、図2および図1で示すように、フィラメント24の端子間電圧および電流から抵抗値を求め、その抵抗値から推測される該フィラメント24の消耗の度合に対応して、フィラメント電流の立上時における電流パターンを切替える。

【0027】すなわち、まず、フィラメント電圧を調整する調整手段61によって、予め定める単位時間 $\Delta t$ 当りに比較的小さい増分 $\Delta i1$ で徐々にフィラメント電流を増加してゆき、フィラメント電流検出装置59によって予め定める電流値 $I1$ となったことが検出されるとその増加を休止し、フィラメント電圧検出装置60によって端子間電圧を検出する。

【0028】次に、その検出結果からフィラメント24の端子間の抵抗値を求め、その抵抗値が予め定めた値未満である、すなわち消耗が少ない状態では、前記時間 $\Delta t$ 当りに比較的大きい増分 $\Delta i2a$ でフィラメント電流を増加してゆき、これに対して前記抵抗値が予め定める値以上であるとき、すなわち消耗度が大きいときには、前記増分 $\Delta i2a$ よりも充分小さい増分 $\Delta i2b$ でフィラメント電流を増加してゆく。

【0029】こうしてフィラメント電流が放電開始電流に近い値 $I2$ となると、続いて、微少な増分 $\Delta i3$ でフィラメント電流を増加してゆき、前記アーク電源58によって放電開始が検出されるまで電流値を上昇してゆく。フィラメント24が放電を開始すると、その電流値 $I3$ からは、過渡的にフィラメント電流が一旦増加した後、収束する。

【0030】図5は、上述したようなフィラメント電流の制御動作を説明するためのフローチャートである。ステップn1ではフィラメント電流の電流値 $I$ に前記増分 $\Delta i1$ が加算されて該電流値 $I$ が更新され、ステップn2でその電流値 $I$ が前記値 $I1$ 以上となったか否かが判断され、そうでないときには前記ステップn1に戻って

電流値 $I$ を増加してゆき、前記値 $I1$ となるとステップn3に移る。

【0031】ステップn3ではフィラメント24の端子間電圧が検出され、ステップn4でその端子間電圧と電流値 $I1$ とから抵抗値 $R$ が計算される。ステップn5では、前記抵抗値 $R$ が無限大、すなわち断線しているか否かが判断され、そうであるときにはステップn6に移って、エラーメッセージが表示されて動作を終了する。

【0032】前記ステップn5において断線が生じていないときにはステップn11に移り、前記抵抗値 $R$ が予め定める閾値 $Rth$ 未満であるか否かが判断され、そうであるとき、すなわちフィラメント24の消耗が少ないときにはステップn12からn13に移り、電流値 $I$ に増分 $\Delta i2a$ が加算されて前記値 $I2$ となるまで更新が行われる。これに対して、前記ステップn11において抵抗値 $R$ が閾値 $Rth$ 以上であるときにはステップn14からn15に移り、前記電流値 $I$ に増分 $\Delta i2b$ が加算され、前記値 $I2$ まで更新される。

【0033】前記ステップn13、n15からはステップn16に移り、前記電流値 $I$ に微少な増分 $\Delta i3$ が加算され、ステップn17で前記アーク電源58によって放電開始が検知されるまでこのステップn16、n17を繰返し、放電開始が検知されるとステップn18に移る。ステップn18では、定常放電状態に対応した電流値制御が行われて動作を終了する。

【0034】このように本発明に従うフィラメント電流の制御方法では、フィラメント24の消耗が少ないときには速やかにフィラメント電流を立上げ、これに対してフィラメント24の消耗が大きいときには緩やかに立上げるので、イオン注入装置2のスループットを確保しつつ、フィラメント24の長寿命化を図ることができる。

【0035】なお、上述の実施例では、図1において増分 $\Delta i1$ 、 $\Delta i2b$ 、 $\Delta i3$ は相互に等しい値であったけれども、相互に異なる値が用いられてもよい。また、上述のような動作は、イオン源1の試料31を交換して再始動が行われる時だけでなく、その交換に伴い、フィラメント24を、一旦定常放電時における通電電流にまで立上げて該フィラメント24に付着した試料を飛散させてクリーニングを行う、いわゆるブラスト処理に対しても好適に用いることができる。さらにまた、増分 $\Delta i2a$ は、電流値 $I2$ に近接する程小さくなるような、単一の値でなくてもよい。また、図1において参照符 $I4$ または $I5$ で示すように、定常放電電流の電流値から次のフィラメント電流の立上時における増分を切替えるようにしてもよい。さらにまた、イオン源1には、上述の実施例ではフリーマン型のイオン源が用いられたけれども、バーナス型などのフィラメントを用いる他の構成が用いられてもよい。

【0036】

【発明の効果】本発明に係るイオン源のフィラメント電



流の制御方法は、以上のように、フィラメントへの通電開始時にフィラメントの抵抗値を測定し、その測定結果に対応して、フィラメント電流を自動的に立上げるにあたっての増分を変更する。

【0037】それゆえ、前記抵抗値の比較的低いフィラメントの消耗の少ないときには、フィラメント電流を速やかに立上げてスループットを向上することができる。また、前記抵抗値の高いフィラメントの消耗が大きいときには、前記フィラメント電流を緩やかに立上げ、フィラメントへの断線の発生を防止し、長寿命化を図ること

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例のイオン源のフィラメント電流制御方法を説明するためのグラフである。

【図2】本発明が用いられる一実施例のイオン源の構造を説明するための断面図である。

【図3】図2で示すイオン源が用いられるイオン注入装置の一実施例の全体の構成を説明するための簡略した平面図である。

【図4】図3で示すイオン注入装置の電氣的構成を示すブロック図である。

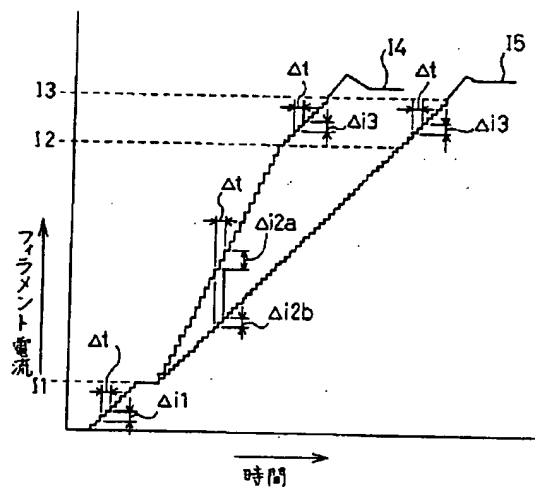
【図5】図1で示すフィラメント電流の制御方法を説明するためのフローチャートである。

【符号の説明】

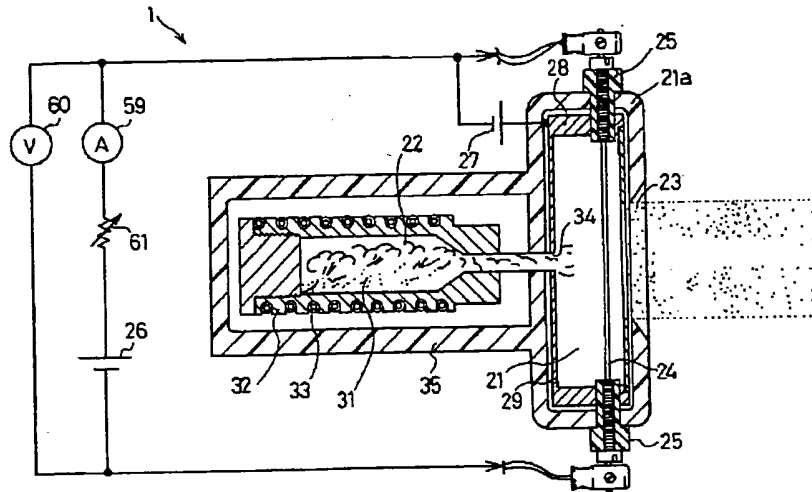
- 1 イオン源
- 2 イオン注入装置

- 3 質量分離器
- 4 加速管
- 5 ファラデー部
- 6 ターゲットチャンバ
- 11 制御電源
- 13 制御盤
- 21 チャンバ
- 22 蒸気発生炉
- 24 フィラメント
- 28 アノード電極
- 31 試料
- 33 ヒータ
- 41 ホストコンピュータ
- 43 入出力装置
- 44 記憶装置
- 45 メインネットワーク
- 48 電源制御装置
- 49 フルオート制御装置
- 51 サブネットワーク
- 55 サブネットワーク
- 57 フィラメント電源
- 58 アーク電源
- 59 フィラメント電流検出装置
- 60 フィラメント電圧検出装置
- 61 調整手段

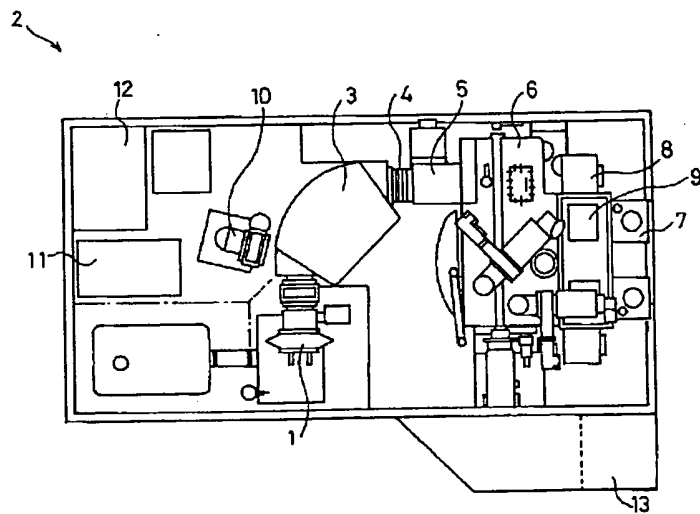
【図1】



【図2】



【図3】





【図5】

